

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Návrh úpravy organizace a řízení dopravy na křižovatce
Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov

Modifications of Organization and Controlling of Traffic on
Intersection Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny
in Bludov-City

Student: Jitka Urcová

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Ivana Olivková, Ph.D.

Ostrava 2010

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :

.....
plné jméno autora práce

Jitka Urcová

Květná 235

788 32 Staré Město

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

URCOVÁ, J. Návrh úpravy organizace a řízení dopravy na křižovatce Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov : Bakalářská práce. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2010, 77 s. Vedoucí práce: Olivková, I

Bakalářská práce se zabývá úpravou křižovatky v obci Bludov. Dopravní průzkumy získané pozorováním daného místa objasňují nedostatky spojené s tímto místem. I když řešená lokalita nepatří mezi místa častých dopravních nehod, lze říci, že bezpečnostní opatření jsou zanedbaná. Z tohoto důvodu je jedna kapitola věnována sledování konfliktních situací a jejímu vyhodnocení. Ke zlepšení stávající situace je navržena okružní křižovatka. Její tvar je atypický, leč do míst je vhodný. Výpočty vztahující se k návrhu zaručují funkčnost. Bezpečnost této lokality je mnohanásobně zvýšená. Výsledek projektu podpořil teorii, že i méně podporované varianty mohou slibovat dobrý výsledek. Vytvořený návrh je dokumentován v příloze bakalářské práce.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

URCOVÁ, J. Modifications of Organization and Controlling of Traffic on Intersection Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny in Bludov - City : Bachelor Thesis. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2010, 77 p. Thesis head: Olivková, I.

Even Bachelor Thesis is dealing with modification of traffic circle in city of Bludov. Traffic studies gained matching assigned place making clear deficiencies of that place. Even if our locality extraneous to common occurrence traffic accidents, we can say, that safety device has got inadequacies. On that ground is one chapter paid to watching conflict situations and evaluate them. To make a better current situation is designed traffic circle. It has got an atypical shape, but suitable for this place. Calculations relating to our project guarantee its functionality. Safeness of this locality is many times higher. Result of the project backed up the theory, that even less supported variants can make good effect. Created project is documented in supplement of Bachelor Thesis.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	8
0 ÚVOD.....	9
1 HISTORIE VÝSTAVBY A SOUČASNÝ STAV BLUDOVSKÉ KŘÍŽOVATKY	10
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY	10
1.2 HISTORIE VÝSTAVBY BLUDOVSKÉ KŘÍŽOVATKY	10
1.3 SOUČASNÝ STAV KŘÍŽOVATKY	10
2 DOPRAVNÍ PRŮZKUMY	12
2.1 INTENZITA DOPRAVY	12
2.1.1 STUŽKOVÝ DIAGRAM	18
2.2 PRŮMĚRNÁ RYCHLOST	19
3 KONFLIKTNÍ SITUACE.....	20
3.1 SLEDOVÁNÍ KONFLIKTNÍCH SITUACÍ	21
3.2 KOLIZNÍ BODY ODSAZENÉ KŘÍŽOVATKY	25
3.3 NEHODOVOST	26
3.3.1 Nehodová lokalita	27
3.3.2 Místo častých dopravních nehod	27
3.3.3 Nehody na křižovatce v Bludově.....	28
4 OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKA.....	29
4.1 ZÁSADY NÁVRHU	29
4.2 NÁVRH OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY	30
4.3 KOLIZNÍ BODY OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY	31
4.3 POSOUZENÍ KAPACITY	33
4.3.1 Kapacita vjezdu okružní křižovatky o vnějším průměru $D < 50\text{m}$	33

4.3.2	Stupeň vytížení okružní křižovatky	35
4.3.3	Střední čekací doba	35
4.3.4	Rezerva kapacity	36
4.3.5	Délka čekající fronty	37
4.4	VLASTNÍ VÝPOČET	37
4.6	VYHODNOCENÍ NÁVRHU	44
5	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	44
6	ZÁVĚR	48
	CITACE.....	50
	SEZNAM OBRÁZKŮ	51
	SEZNAM TABULEK.....	51
	SEZNAM PŘÍLOH.....	52
	PŘÍLOHY	53

Seznam použitých zkratk a symbolů

ALG_e	- stupeň vytížení vjezdu [%]
ČSN 73 6102	- Projektování křižovatek na pozemních komunikacích
L	- délka čekající fronty [m]
L_e	- kapacita vjezdu [jv/h]
L_{voz}	- 6m pro osobní automobil
Q_a	- intenzita vozidel na výjezdu [jv/h]
Q_e	- intenzita vozidel na vjezdu [jv/h]
Q_k	- intenzita vozidel na okružním jízdním páse [jv/h]
R	- rezerva kapacity [jv/h]
TP 135	- Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích
t_w	- střední čekací doba [s]
voz	- počet vozidel jedoucích po komunikaci
ch	- počet chodců pohybujících se po komunikaci
cykl	- počet cyklistů pohybujících se po komunikaci
α	- faktor závislý na vzdálenosti b mezi dvěma kolizními body C a C'

0 ÚVOD

Cílem této práce je navrhnout úpravu organizace a řízení dopravy na křižovatce Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov. Tato křižovatka je situována asi 4 km jihozápadně od okresního města Šumperk v nejsevernější části Hornomoravského úvalu.. Touto křižovatkou prochází silnice první třídy I/11. Dále silnice první třídy I/44, silnice třetí třídy III/01119 a svým výjezdem do křižovatky zasahuje i ulice Dr. Březiny. Tyto silnice vstupují do prostoru tvořící odsazenou křižovatku.

V úvodu první kapitoly je nahlédnuto do historie výstavby této komunikace. Dále jsou vysvětleny základní pojmy náležící s daným tématem. Rovněž je přiblížen současný stav bludovské křižovatky.

Druhá kapitola je věnována dopravním průzkumům využitelným při tvorbě návrhu úprav a řízení dopravy. Jedná se o průzkum intenzity dopravy. Detailně jsou popsány způsoby zjištění intenzity dopravy. Rovněž jsou uvedené zdroje informací o intenzitě dopravy používaných v České republice a také možné způsoby dopravních průzkumů. Druhým průzkumem uskutečněným na vybrané křižovatce je průměrná rychlost.

Další kapitola se věnuje konfliktním situacím. Vysvětluje, co si pod pojmem konfliktní situace lze představit a objasňuje, jakými prostředky jsou tyto situace sledovány. Uvádí se v ní praktický příklad použití metody na zvolené křižovatce. Nastiňuje k jakým konfliktním situacím dochází přímo na řešené křižovatce.

Následující kapitola je věnována dopravní nehodovosti, kde jsou uváděny i nehodové lokality. V této podkapitole, lze zjistit způsob, jakým se tyto lokality vytyčují. Je zde uvedena metoda a její hrubý popis. Dále lze zjistit místa častých dopravních nehod a je možné se dozvědět kritéria, která jsou potřebná při posuzování úseku. Poslednímu tématu, kterému se tato kapitola věnuje, jsou nehody na křižovatce Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v Bludově.

Poslední kapitola nabízí již samotný návrh úpravy organizace a řízení dopravy. Jde o návrh okružní křižovatky. Podstatnou část kapitoly tvoří výpočty a výkresová dokumentace.

1 Historie výstavby a současný stav bludovské křižovatky

1.1 Základní pojmy

Křižovatka je místo, v němž se pozemní komunikace protínají nebo spojují. Křižovatkou se považuje místo, kde jsou alespoň dvě pozemní komunikace vzájemně propojeny. Za křižovátku se nepovažuje připojení polních nebo lesních cest, sjezdy k nemovitostem, k čerpacím stanicím nebo na parkoviště.

1.2 Historie výstavby bludovské křižovatky

Komunikační osu obce tvořila tzv. císařská silnice ze Šumperka do Čech, která byla postavena v letech 1836 – 1842 a dále pozdější okresní silnice ze Zábřeha, která u zámku vyústovala na císařskou silnici. V roce 1904 byla zahájena stavba silnice z Bludova do Bohutína, jenž dospěla jen do určitého místa. V roce 1907 pak byla napojena na císařskou silnici. Po 1. světové válce, v roce 1922 bylo rozhodnuto pokračovat ve stavbě silnice z Bludova do Bohutína. Roku 1932 byl vyasfaltován úsek od zámku do Šumperka.

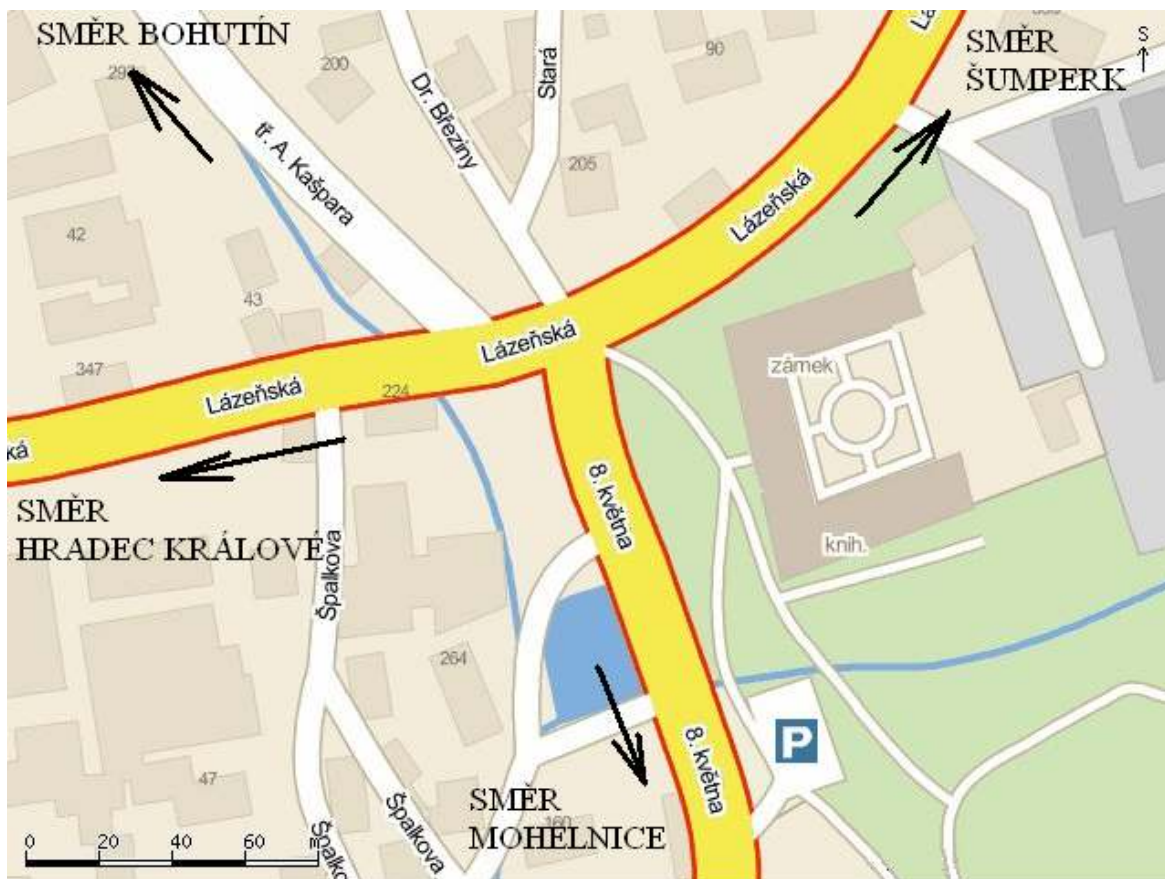
1.3 Současný stav křižovatky

Hlavní komunikaci představuje silnice první třídy označená jako I/11 a v obci Bludov vedená pod názvem Lázeňská, vedoucí z Opavy do Hradce Králové. Na tuto komunikaci se připojuje silnice první třídy s označením I/44 (8. května) směřující z Mohelnice do Polska přes město Jeseník. Dále na ní navazuje silnice třetí třídy III/01119 (tř. A. Kašpara), která pokračuje skrze celou vesnici, až do sousední vesnice Bohutín. Svým výjezdem na hlavní komunikaci zasahuje i ulice Dr. Březiny. Výjezd z této ulice je komplikován tím, že je umístěn za zatáčkou a je zhoršen bezpečný výhled do stran. Také se při vjezdu i výjezdu z této ulice ohrožuje bezpečnost chodců, jelikož je přejížděn chodník, vedoucí po okraji hlavní komunikace. Po konzultaci s dopravními policisty Dopravního inspektorátu se sídlem v Šumperku a s vedoucí stavebního odboru obce Bludov, bude tento výjezd zatarasen.

Na ulici 8. května, přibližně 20 m od křižovatky, směrem na Mohelnici je vybudovaná autobusová zastávka. Tato zastávka je umístěná mimo jízdní pruh a proto nezpomaluje plynulost dopravy. V opačném směru, tedy od Mohelnice do Bludova, je

autobusová zastávka situována asi 105 m od ústí křižovatky a také je vedena mimo jízdní pruh. Plynulost dopravy je proto zaručena z obou směrů. Další autobusová zastávka je na třídě Adolfa Kašpara. Ve směru do Bohutína je zastávka 30 m po odbočení z hlavní komunikace na silnici třetí třídy. Jedná se o zastávku se stáním jednoho autobusu a je umístěná větší částí mimo jízdní pruh. Vozidla objíždějící autobus, který stojí na zastávce, musejí dát přednost protijedoucím vozidlům. V tomto okamžiku vzniká problém, jelikož se zpomalí plynulost dopravy. Ve směru z Bohutína autobusy zastavují přímo v jízdním pruhu a to přibližně 45 m od vjezdu na hlavní komunikaci. V případě stání autobusů na obou již zmíněných zastávkách, dochází k omezení plynulosti dopravy, z důvodu dání přednosti v jízdě protijedoucích vozidel.

V těsné blízkosti výjezdů z křižovatky jsou umístěny i přechody pro chodce. Nevhodně řešený přechod je na ulici Lázeňská ve směru ze Šumperka na Hradec Králové. Přechod se nachází za pravotočivou zatáčkou, kde řidič vozidla chodce spatří až na poslední chvíli.



Obr.1 Současný stav křižovatky s označenými ulicemi

Zdroj [www.mapy.cz]

2 Dopravní průzkumy

2.1 Intenzita dopravy

Způsoby zjištění intenzity dopravy

Způsoby zjištění intenzity dopravy jsou převzaty z technických podmínek 189 – Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, schválených Ministerstvem dopravy ze dne 5. prosince 2007, s účinností od 1. ledna 2008.

Údaje o intenzitách dopravy jsou využívány při rozvoji komunikační sítě, návrhu komunikací, při rozdělení finančních prostředků na opravy a rekonstrukce, kapacitních výpočtech, výpočtech negativních vlivů dopravy na životní prostředí apod.

Intenzita dopravy na pozemní komunikaci se zjišťuje dvěma způsoby:

1. Využitím výsledků předchozích dopravních průzkumů
2. Provedením a vyhodnocením dopravního průzkumu

V České republice jsou dostupné zejména tyto zdroje informací o intenzitě dopravy:

- Dlouhodobé sčítání dopravy – úsek pozemní komunikace může být přiřazen k místu dlouhodobého sčítání dopravy. To se provádí automatickými detektory dopravy, které jsou umístěny především na komunikacích vyššího dopravního významu, zejména dálnicích a silnicích I. třídy. Ve specifických případech i na silnicích II. a III. třídy a místních komunikacích.
- Celostátní sčítání dopravy - je základní informací o intenzitách automobilové dopravy. Probíhá v pětiletém cyklu na vybrané komunikační síti, která zahrnuje všechny dálnice, silnice I. a II. třídy, vybrané silnice III. třídy a vybrané místní komunikace.
- Využití výsledků jiných dopravních průzkumů - v některých obcích se pravidelně provádí dopravní průzkumy motorové, cyklistické i pěší dopravy. Jejich využitelnost pro daný účel je však třeba zvážit s ohledem na způsob průzkumu.

[1]

Způsob, metoda a zvolená doba dopravního průzkumu závisí na účelu, pro který mají být získaná data využita a závisí na přesnosti výsledků průzkumu.

Možné způsoby dopravních průzkumů jsou dvojího typu:

- Ruční – výhodou je operativnost a možnost přesnějšího rozlišení druhů vozidel, nevýhodou je ovšem skutečnost, že přesnost je ovlivněna lidským faktorem a také obtíže při vysokých intenzitách dopravy. Je obtížně použitelný při dlouhodobých průzkumech. Nepoužívá se více jak několik hodin. Ruční průzkum se provádí náležitě poučenou a způsobilou osobou, která zaznamenává projíždějící vozidla do předem připraveného formuláře.
- Průzkum pomocí technických prostředků – je vhodný pro dlouhodobější průzkumy. Používá se pro průzkumy trvající několik dní. Přesnost je závislá na kvalitě technického prostředku. K průzkumu pomocí technických prostředků jsou nejčastěji využívány:
 - detektory zabudované nebo připevněné k vozovce
 - radarové a infračervené detektory umístěné v blízkosti vozovky
 - videodetekce
 - kombinovaný

Pokud nejsou zjištěné údaje pro daný účel dostatečné, je možné provádět vlastní dopravní průzkum. Intenzita dopravy se obvykle sleduje odděleně po směrech a v časovém rozlišení, alespoň po hodinách.

Provedení a vyhodnocení průzkumu intenzity dopravy spravuje Ředitelství silnic a dálnic ČR. Provádí se ručním způsobem na sledovaném úseku komunikace v pětileté periodě. Nejčastěji se jedná o úsek mezi křižovatkami významných pozemních komunikací. Údaje jsou stanoveny na základě šesti až deseti krátkodobých průzkumů. Intenzity jsou uvedeny jako odhad ročního průměru denních intenzit.

Poslední celostátní sčítání dopravy proběhlo pouze na silnicích I. třídy, tzn. na ulici Lázeňská a 8. května. Jelikož při řešení této křižovatky je zapotřebí znát intenzitu dopravy i na silnici III. třídy, tř. A. Kašpara, byl proveden vlastní dopravní průzkum. Měření intenzity dopravy probíhalo za použití videokamery Panasonic SDR – S7. Provádělo se v běžné pracovní dny v měsíci dubnu. Přesněji ve dnech od 7. 4. 2009 do 9. 4. 2009 v časovém rozmezí jedné hodiny. Vždy dopoledne mezi 7:00 a 8:00 hod a odpoledne mezi 15:00 a 16:00 hod. Naměřené hodinové intenzity jsou uvedeny v Tab. 2 až Tab. 7. V závorce za každým číslem se objevují hodnoty přepočtené na jednotková vozidla.

Přepočtové koeficienty jsou získány z normy ČSN 73 6102 a jsou uvedeny v Tab.1. [2]
V příloze A jsou graficky znázorněny naměřené intenzity dopravy.

Tab. 1 Přepočtové koeficienty

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykl	Osobní vozidla ^a	Nákladní vozidla, autobusy ^b	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové bez SSZ	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0
^a Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti					
^b Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

Zkratky použité v následující tabulce:

SU	-	Šumperk
HK	-	Hradec Králové
MO	-	Mohelnice
BO	-	Bohutín

Tab. 2 Naměřené intenzity z úterý 7:00 – 8:00 hod

Úterý	Osobní automobily	Nákladní automobily	Autobusy	Cyklisté	Chodci
7:00 - 8:00 hod	[voz]	[voz]	[voz]	[cykl]	[ch]
SU - HK	174 (174j)	28 (56j)	0	2 (1j)	3
SU - MO	470 (470j)	60 (120j)	2 (3j)	1 (0,5j)	6
SU - BO	56 (56j)	8 (16j)	3 (4,5j)	1 (0,5j)	8
MO - HK	36 (36j)	8 (16j)	1 (1,5j)	0	5
MO - SU	624 (624j)	84 (168j)	9 (13,5j)	6 (3j)	4
MO - BO	29 (29j)	7 (14j)	1 (1,5j)	4 (2j)	9
HK - SU	270 (270j)	31 (62j)	0	9 (4,5j)	5
HK - MO	32 (32j)	5 (10j)	5 (7,5j)	3 (1,5j)	2
HK - BO	20 (20j)	1 (2j)	0	15 (7,5j)	6
BO - SU	92 (92j)	4 (8j)	6 (9j)	0	3
BO - MO	30 (30j)	7 (14j)	0	9 (4,5j)	7
BO - HK	22 (22j)	1 (2j)	1 (1,5j)	14 (7j)	11

Z tabulky je zřejmé, že nejzatíženějším směrem v tomto časovém období je směr z Mohelnice do Šumperka. Jedná se o nejvyšší počet osobních i nákladních vozidel. Druhým vytíženým směrem je směr ze Šumperka do Mohelnice. V časovém rozmezí projelo 470 osobních vozidel a 60 nákladních vozidel.

Tab. 3 Naměřené intenzity z úterý 15:00 – 16:00 hod

Úterý	Osobní automobily	Nákladní automobily	Autobusy	Cyklisté	Chodci
15:00 - 16:00 hod	[voz]	[voz]	[voz]	[cykl]	[ch]
SU - HK	230 (230j)	16 (32j)	1 (1,5j)	11 (5,5j)	8
SU - MO	585 (585j)	55 (110j)	8 (12j)	5 (2,5j)	12
SU - BO	93 (93j)	4 (8j)	7 (10,5j)	3 (1,5j)	13
MO - HK	41 (41j)	6 (12j)	5 (7,5j)	2 (1j)	7
MO - SU	556 (556j)	36 (72j)	6 (9j)	8 (4j)	10
MO - BO	27 (27j)	8 (16j)	0	7 (3,5j)	30
HK - SU	202 (202j)	19 (38j)	2 (3j)	1 (0,5j)	3
HK - MO	29 (29j)	7 (14j)	1 (1,5j)	4 (2j)	8
HK - BO	11 (11j)	2 (4j)	0	1 (0,5j)	7
BO - SU	62 (62j)	1 (2j)	4 (6j)	3 (1,5j)	5
BO - MO	23 (23j)	3 (6j)	0	8 (4j)	4
BO - HK	14 (14j)	1 (2j)	0	2 (1j)	7

Tab. 3 prokazuje, že v odpoledních hodinách projelo nejvíce vozidel ve směru ze Šumperka do Mohelnice. Jedná se o 585 osobních a 55 nákladních vozidel. Ovšem druhý zatížený směr je z Mohelnice do Šumperka. V tomto případě se jedná o 556 vozidel osobních a 36 vozidel nákladních.

Tab. 4 Naměřené intenzity ze středy 7:00 – 8:00 hod

Středa	Osobní automobily	Nákladní automobily	Autobusy	Cyklisté	Chodci
7:00 - 8:00 hod	[voz]	[voz]	[voz]	[cykl]	[ch]
SU - HK	134 (134j)	14 (28j)	0	3 (1,5j)	5
SU - MO	346 (346j)	41 (82j)	2 (3j)	0	10
SU - BO	40 (40j)	5 (10j)	2 (3j)	0	8
MO - HK	17 (17j)	8 (16j)	0	0	7
MO - SU	383 (383j)	46 (92j)	6 (9j)	2 (1j)	10
MO - BO	17 (17j)	1 (2j)	0	3 (1,5j)	14
HK - SU	210 (210j)	25 (50j)	0	3 (1,5j)	3
HK - MO	27 (27j)	6 (12j)	0	0	8
HK - BO	13 (13j)	0	0	7 (3,5j)	2
BO - SU	72 (72j)	4 (8j)	5 (7,5j)	1 (0,5j)	5
BO - MO	21 (21j)	3 (6j)	0	3 (1,5j)	4
BO - HK	21 (21j)	1 (2j)	0	6 (3j)	8

Středeční měření v dopoledních hodinách prokazuje úbytek vozidel oproti měření v tom stejném období v úterý. Nejzatíženější směr je opět směr z Mohelnice do Šumperka. Jedná se o 383 osobních vozidel a 46 vozidel nákladních. Dalším zatíženým směrem je směr Šumperk – Mohelnice. V tomto případě se jedná o 346 vozidel osobních a 41 vozidel nákladních.

Tab. 5 Naměřené intenzity ze středy 15:00 – 16:00 hod

Středa	Osobní automobily	Nákladní automobily	Autobusy	Cyklisté	Chodci
15:00 - 16:00 hod	[voz]	[voz]	[voz]	[cykl]	[ch]
SU - HK	261 (261j)	19 (38j)	1 (1,5j)	9 (4,5j)	12
SU - MO	593 (593j)	36 (72j)	8 (12j)	11 (5,5j)	10
SU - BO	153 (153j)	1 (2j)	10 (15j)	5 (2,5j)	18
MO - HK	43 (43j)	3 (6j)	0	0	5
MO - SU	505 (505j)	24 (48j)	9 (13,5j)	4 (2j)	8
MO - BO	64 (64j)	3 (6j)	0	5 (2,5j)	27
HK - SU	216 (216j)	13 (26j)	1 (1,5j)	5 (2,5j)	3
HK - MO	42 (42j)	3 (6j)	0	6 (3j)	5
HK - BO	23 (23j)	0	0	2 (1j)	4
BO - SU	84 (84j)	3 (6j)	7 (10,5j)	1 (0,5j)	5
BO - MO	61 (61j)	4 (8j)	0	3 (1,5j)	9
BO - HK	23 (23j)	0	0	6 (3j)	7

V případě odpoledního měření je zřejmý přírůstek vozidel na silnicích I. tříd. Směr ze Šumperka do Mohelnice je opět nejvíce zatíženým směrem. V rozmezí jedné hodiny projelo 593 osobních vozidel a 36 nákladních vozidel. Směr z Mohelnice do Šumperka je dle tabulky druhým nejvytíženějším směrem, kterým projelo nejvíce vozidel. Jedná se o 505 osobních vozidel a 24 nákladních vozidel.

Tab. 6 Naměřené intenzity ze čtvrtka 7:00 – 8:00 hod

Čtvrtek	Osobní automobily	Nákladní automobily	Autobusy	Cyklisté	Chodci
7:00 - 8:00 hod	[voz]	[voz]	[voz]	[cykl]	[ch]
SU - HK	143 (143j)	12 (24j)	1 (1,5j)	0	4
SU - MO	243 (243j)	42 (84j)	3 (4,5j)	1 (0,5j)	7
SU - BO	41 (41j)	2 (4j)	0	2 (1j)	3
MO - HK	39 (39j)	0	0	1 (0,5j)	7
MO - SU	215 (215j)	39 (78j)	1 (1,5j)	2 (1j)	9
MO - BO	27 (27j)	0	0	1 (0,5j)	5
HK - SU	143 (143j)	11 (22j)	0	0	3
HK - MO	43 (43j)	6 (12j)	0	0	8
HK - BO	13 (13j)	0	0	2 (1j)	3
BO - SU	37 (37j)	0	0	0	5
BO - MO	25 (25j)	1 (2j)	0	1 (0,5j)	4
BO - HK	8 (8j)	1 (2j)	0	4 (2j)	7

Ve čtvrtek dopoledne je nejvyšší počet vozidel směřující ze Šumperka do Mohelnice. Přesněji se jedná o 243 osobních vozidel a 42 nákladních. O pár vozidel méně má směr příjíždějící od Mohelnice, který dále směřuje do Šumperka. V tomto případě se jedná o 215 vozidel osobních a 39 vozidel nákladních. Ojedinělý případ má směr ze Šumperka do Hradce Králové a z Hradce Králové do Šumperka.

Tab. 7 Naměřené intenzity ze čtvrtka 15:00 – 16:00 hod

Čtvrtek	Osobní automobily	Nákladní automobily	Autobusy	Cyklisté	Chodci
15:00 - 16:00 hod	[voz]	[voz]	[voz]	[cykl]	[ch]
SU - HK	203 (203j)	12 (24j)	1 (1,5j)	6 (3j)	3
SU - MO	528 (528j)	46 (92j)	5 (7,5j)	3 (1,5j)	14
SU - BO	97 (97j)	5 (10j)	3 (4,5j)	5 (2,5j)	11
MO - HK	36 (36j)	5 (10j)	4 (6j)	0	7
MO - SU	549 (549j)	52 (104j)	6 (9j)	3 (1,5j)	5
MO - BO	32 (32j)	4 (8j)	0	2 (1,5j)	25
HK - SU	228 (228j)	17 (34j)	2 (3j)	7 (3,5j)	3
HK - MO	29 (29j)	6 (12j)	1 (1,5j)	4 (2j)	6
HK - BO	15 (15j)	1 (2j)	0	0	3
BO - SU	65 (65j)	1 (2j)	3 (4,5j)	5 (2,5j)	6
BO - MO	24 (24j)	6 (12j)	1 (1,5j)	5 (2,5j)	9
BO - HK	15 (15j)	1 (2j)	0	4 (2j)	13

Při posledním měření se zjistilo, že směr z Mohelnice do Šumperka je nejvíce zatíženým směrem. V tomto časovém rozmezí projelo 549 osobních vozidel a 52 nákladních vozidel. Jak se již v předešlých měření zjistilo, tento směr je zatížen podstatně více než směry ostatní. Druhým zatěžovaným směrem je směr ze Šumperka do Mohelnice. Jedná se o směr, kde projelo 528 osobních vozidel a 46 nákladních vozidel.

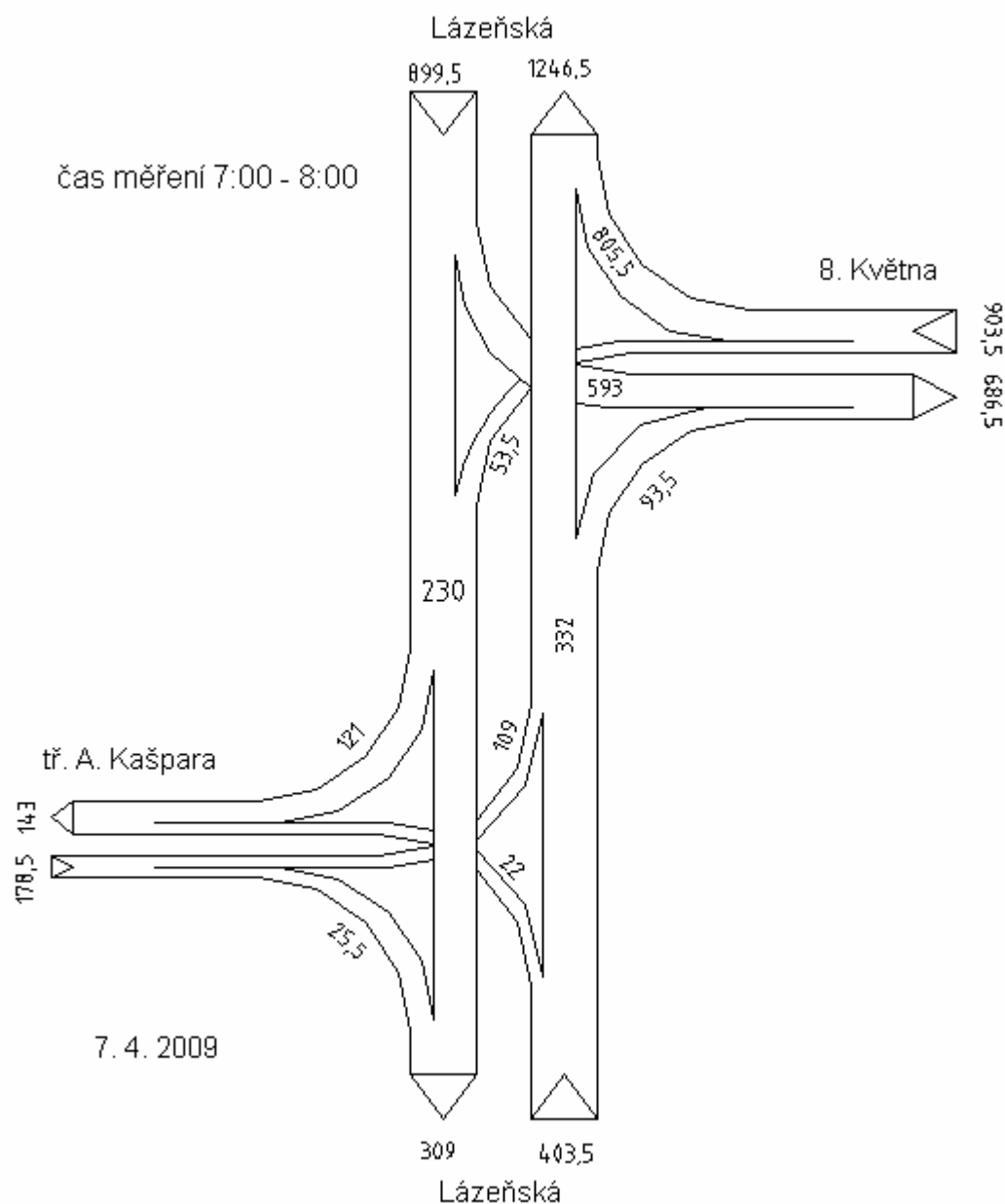
Měřením se jasně prokázalo, že nejvíce zatěžovanými směry jsou směry z Mohelnice do Šumperka a ze Šumperka do Mohelnice. Z toho vyplývá současný problém upravované křižovatky Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov. Zjištěné zatěžované směry tvoří hlavní komunikaci. Vozidlo přijíždějící od Šumperka, které dále pokračuje ve směru na Mohelnici, je povinno dát při odbočení vlevo přednost protijedoucím vozidlům. Jakmile nastane taková situace, vozidlo se na křižovatce zdrží poměrně delší dobu, než kdyby odbočilo přímo. Z tohoto poznatku vychází možnosti řešení.

2.1.1 Stužkový diagram

Stužkový diagram znázorňuje intenzity vozidel rozdělené do jednotlivých směrů. Jedná se o diagram, ze kterého lze jednoduše vyčíst nejzatíženější proudy vstupující a vystupující z křižovatky. V případě křižovatky Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov je možno vidět, že nejvíce zatíženými proudy jsou :

- proud vedoucí ze Šumperka (I/11) do Mohelnice (I/44)
- proud vedoucí z Mohelnice (I/44) do Šumperka (I/11)
- proud vedoucí po hlavní komunikaci I/11 do Hradce Králové

Pro ukázkou je zde uveden stužkový diagram vztahující se k intenzitě vozidel měřené v úterý 7.4.2009 v časovém rozmezí mezi 7 hod a 8 hod. Zbýlé diagramy jsou uvedeny v Příloze B.



Obr. 2 Stužkový diagram směřování vozidel

2.2 Průměrná rychlost

Měření rychlosti proběhlo za pomoci hlídky dopravního inspektorátu v Šumperku, které se provádělo dne 17.12.2009 v době od 8:30 hod. do 9:30 hod. za asistence vyškoleného policisty dopravního inspektorátu. Vlastní měření bylo prováděno za použití měřicího zařízení s označením R7 CCD, přístroj měl v době měření platné osvědčení – ověřovací list č. 179/09 vydané dne 20.8.2009. Při tomto měření byla sledována průměrná rychlost pohybujících se motorových vozidel ve směru od Šumperka na Hradec Králové. Měřící místo se volilo tak, aby vycházelo na střed křižovatky.

V době měření byla vozovka pokryta přibližně 10 cm rozbředlého sněhu. Z tohoto důvodu se měření bere jen jako orientační, jelikož motorová vozidla přizpůsobovala rychlost stavu a povaze vozovky. Z měření vyplynulo, že osobní automobily, kterých v daném časovém rozmezí projelo 111, se pohybovaly průměrnou rychlostí:

- na hlavní komunikaci I/11: 40 km/h
- na silnici první třídy I/44: 25 km/h
- na silnici třetí třídy III/01119: 15 km/h.

Nákladních automobilů projelo v tu dobu 14 a průměrná rychlost byla naměřena:

- na hlavní komunikaci I/11: 51 km/h
- na silnici první třídy I/44: 15 km/h
- na silnici třetí třídy III/01119: 15 km/h.

3 Konfliktní situace

Konfliktní situace jsou takové okamžiky a situace v silničním provozu, kdy může vzniknout nebo vzniká pro některé jeho účastníky větší než obvyklá míra nebezpečí. Každé dopravní nehodě taková standardní konfliktní situace předchází. Dopravní nehodu lze tedy chápat jako důsledek konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu s okolními účastníky silničního provozu odvrátit. Tyto situace se dají také vyjádřit jako možné nehodové situace ještě neuskutečněné. Na základě pozorování a analýzy konfliktních situací lze dělat závěry o nebezpečnosti pozorovaného místa a tedy i řešit opatření ke zvýšení bezpečnosti na provoz v daném místě. Souvislost konfliktních situací s dopravními nehodami je tedy zřejmá. Všechny konfliktní situace se odehrávají zejména v kolizních bodech, což jsou místa průniku možných trajektorií vozidel. Policie při vyšetřování dopravní nehody uvádí jen zlomek příčin, jenž ovlivnily vznik nehody. Jakmile je k takovéto nehodě přivolán znalec z oboru dopravní nehodovosti, hodnotí příčiny procentuální mírou podílu na vzniku nehody.

Výskyt konfliktních situací takto chápaných je jev poměrně velmi četný. Obecně platí, že vždy existují a budou existovat v každém místě komunikační sítě nějaké skryté faktory, které za určitých provozních, stavebních, povětrnostních a jiných podmínek se mohou projevit jako faktory dopravních nehod, respektive chybného chování účastníků silničního provozu. Tyto skryté (latentní) faktory lze odkrýt právě při sledování konfliktních situací a to zrovna tak, jako ty zřejmé. [3]

3.1 Sledování konfliktních situací

Při sledování konfliktních situací se z hlediska praktické aplikace využívá videoaparatura, která má při sledování a hodnocení těchto situací význam zcela zásadní. Ten spočívá v tom, že reálná dopravní situace je přenesena z ruchu ulice do klidného prostředí kanceláře. Snižuje se tak negativní účinek vyplývající z vlivů silničního provozu, jako např. hluk, prašnost apod., nebo z nepříznivých povětrnostních podmínek, teploty atd. Další pozitivní stránkou je také kolektivní konzultování daného problému. Videozáznam lze kdykoli zastavit, vrátit či zpomalit. Z takové nahrávky lze odečítat i dopravní data, jenž jsou potřebná k vyjádření relativní četnosti konfliktních situací. Jsou to např. intenzity a složení dopravních proudů. Videoaparatura má i další uplatnění. Jedná se především o chování všech účastníků silničního provozu. Lze z něj zjistit chování pěších na přechodech pro chodce, také i rychlost vozidel jedoucích v dopravním proudu, jejich rozestupy, ale také se mohou měřit vstupní doby na křižovatkách se světelným signalizačním zařízením.

Hlavní význam spočívá v tom, že veškerá zjištěná data jsou doložitelná.

Praktické použití

Uvedený postup se doladil metodou záznamu s hodnocení konfliktních situací do následujících kroků:

- Pořízení videozáznamu vybraného místa komunikační sítě a to z co nejvýše možného stanoviště. Statisticky průkazný soubor lze získat již z jednohodinového snímku.

Vyhodnocení obrazového záznamu se provádí v místnosti, kterou lze zatemnit. Při přehrávání záznamu je potřebné, aby obraz sledovalo více osob současně a to jednak pro urychlení zpracování a také pro získání souhlasného názoru na pozorované konfliktní situace. Ze záznamu se zjišťují základní charakteristiky dopravního provozu v daném místě, tj. zejména intenzita a složení dopravních proudů, popř. hustota, rychlost, zdržení, délka front apod. a hlavně podle kategorií konfliktní situace.

Analýza získaných dat a návrh opatření vychází z toho, že soubor zaznamenaných konfliktních situací spolu se souborem dopravních charakteristik tvoří datovou základnu určující charakter provozu na daném místě. Do půdorysného schématu se zanesou značky konfliktních situací a velmi dobře se tím zjistí místa jejich shromažďování.

[3]

Sledování konfliktních situací na křižovatce Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov bylo provedeno spolu s měřením intenzit dopravy. Ve dnech 7. dubna 2009 až 9. dubna 2009 vždy v dopoledních hodinách od 7:00 hod. do 8:00 hod. a odpoledních hodinách od 15:00 hod. do 16:00 hod. Jak již bylo zmíněno dříve, průkazný soubor o konfliktních situacích lze získat již za pouhou jednu hodinu.

Po několikanásobném zhlédnutí byly konfliktní situace rozděleny do tří stupňů závažnosti. Nejnižší stupeň náleží situacím, které je možné považovat za předpokládané konfliktní situaci. To znamená, že jde o porušování dopravních předpisů jedním účastníkem dopravy, kdy takováto akce neohrožuje ostatní účastníky silničního provozu. Druhým stupněm závažnosti se kategorizují situace, kdy lze pozorovat narušení plynulosti provozu. Jedná se o takové situace, které nevyvolávají násilnou reakci dalších účastníků dopravy. Je zřejmé, že váhání, agresivita nebo chybné jednání má za následek reakci dalších účastníků silničního provozu. Nejvyšší stupeň tři je přiřazován takovým situacím, kdy jediné prudké úhybné akce nebo náhlé vybočení z dosavadního směru jízdy zabrání možnosti střetu.

Každá konfliktní situace se zaznamenávala trojmístným klasifikačním symbolem. Symboly se skládají z číslice, písmene a číslice. Charakterizují účastníky konfliktu, způsob jakým ke konfliktu dochází a míru závažnosti konfliktu. Situace, ke kterým docházelo na křižovatce se zapisovaly do připravených níže uvedených tabulek Tab.8, Tab.9, Tab.10 a poté do půdorysného schématu. [3]

Tab. 8 Klasifikace konfliktní situace podle účastníků

chodec	1
automobil	2
chodec x automobil	3
automobil x automobil	4
automobil x autobus	5

Tab. 9 Klasifikace konfliktní situace podle způsobu konfliktu

možnost střetu s příčnějedoucím	... A ...
možnost střetu s protijedoucím	... B ...
možnost střetu ve stykovém bodě	... C ...
možnost najetí zezadu	... D ...
možnost střetu při objíždění	... O ...
zavinil chodec	... ch ...
zavinilo vozidlo	... v ...
agresivita	... a ...
pasivita	... p ...
vlivem fronty na křižovatce	... f ...

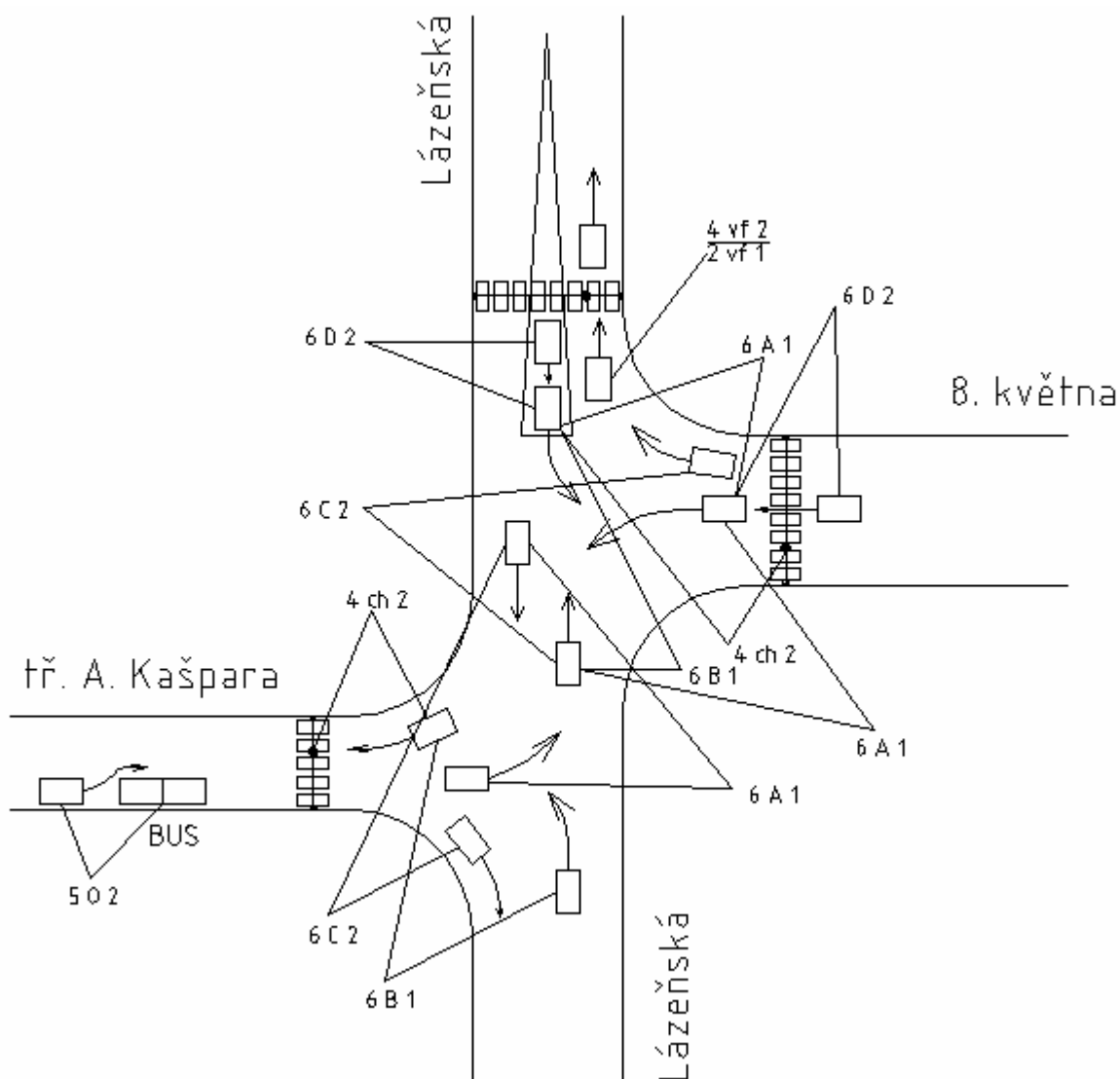
Tab. 10 Klasifikace konfliktní situace podle závažnosti

konfliktní situace bez reakce 1
konfliktní situace bez násilné reakce 2
konfliktní situace s ostrou reakcí 3
dopravní nehoda 4

Na základě klasifikací konfliktních situací byla posouzena křižovatka Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov. Po důkladném prozkoumání se zjistilo, že nejčastěji dochází ke konfliktním situacím na silnicích první třídy I/11 a I/44. Pro lepší orientaci v půdorysném schématu jsou zde uvedeny vysvětlivky.

- 6 A 1 - konfliktní situace mezi automobilem a automobilem
- možnost střetu s příčnějedoucím
- konfliktní situace bez reakce
- 6 B 1 - konfliktní situace mezi automobilem a automobilem
- možnost střetu s protijedoucím
- konfliktní situace bez reakce

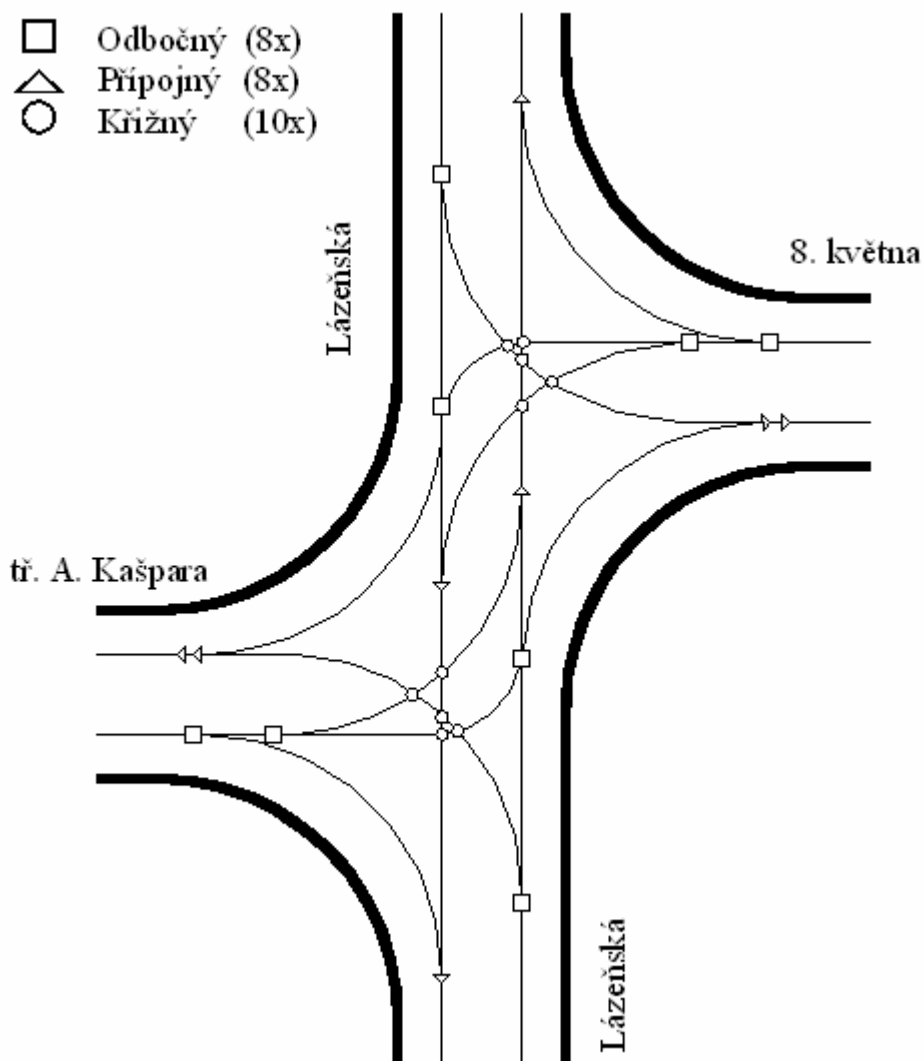
- 6 C 2 - konfliktní situace mezi automobilem a automobilem
- možnost střetu ve stykovém bodě
- konfliktní situace bez násilné reakce
- 6 D 2 - konfliktní situace mezi automobilem a automobilem
- možnost střetu najetím zezadu
- konfliktní situace bez násilné reakce
- 5 O 2 - konfliktní situace mezi automobilem a autobusem
- možnost střetu vlivem objíždění
- konfliktní situace bez násilné reakce
- 4 ch 2 - konfliktní situace mezi chodcem a automobilem
- zavinil chodec
- konfliktní situace bez násilné reakce
- 2 vf 1 - konfliktní situace způsobená automobilem
- zavinilo vozidlo
- vlivem fronty na křižovatce
- konfliktní situace bez reakce
- 4 vf 2 - konfliktní situace mezi chodcem a automobilem
- zavinilo vozidlo
- vlivem fronty na křižovatce
- konfliktní situace bez násilné reakce



Obr. 3 Půdorysné schéma konfliktních situací

3.2 Kolizní body odsazené křižovatky

Jak obrázek č. 4 znázorňuje, současný stav křižovatky má 26 kolizních bodů. Jedná se o 8 odbočných bodů, 8 přípojných bodů a 10 křižných bodů. Největší nebezpečí na křižovatce představují právě křižné body, což je zřejmé i z obrázku. Nejčastější výskyt dopravních nehod je právě v křižných bodech. Tyto body vznikají vždy průpletem po odbočení vlevo.



Obr. 4 Kolizní body současného stavu křižovatky

3.3 Nehodovost

Nehodovost na silnici vyplývá z výchozích faktorů pro komplexní posouzení silnice. Na každé nehodě se podílí více faktorů s různým vlivem dle konkrétní nehodové události. Jedním z nepominutelných faktorů je i stav a místní konfigurace silniční komunikace a umístění dopravního značení. Filosofie hodnocení vychází především z předpokladu, že nehodám se v určitých případech nedá zabránit, ale dají se například stavebním či dopravním řešením silnic omezit.

Principem bezpečného utváření komunikací je snaha vyvarovat se faktorů, které usnadňují vznik nehod, resp. faktorů, které by zhoršovaly jejich následky. Důležitou součástí problematiky bezpečného utváření pozemních komunikací je též systematické hledání a odstraňování tzv. nehodových lokalit, neboli míst častých dopravních nehod. Jde

o efektivní záležitost, neboť více než třetina dopravních nehod se koncentruje na pouhých 3 % délky komunikační sítě. Podstata existence nehodových lokalit většinou spočívá právě na přítomnosti nějaké okolnosti na pozemní komunikaci, která vznik nehod usnadňuje. Tuto okolnost je nutno zjistit pomocí rozboru nehodovosti a odstranit. [5]

3.3.1 Nehodová lokalita

Základní principem je poznání faktu, že dopravní nehodovost se velmi často koncentruje na určitá omezená místa a úseky silniční sítě. Je důležité si uvědomit to, že samotné utváření silničního prostoru, komunikace a trasy má významný vliv na nehodovost. Lze konstatovat, že 30-40 % všech nehod se odehraje na 3 % délky komunikací. Ke vzniku významného množství těchto nehod přispívá různou měrou podoba utváření pozemní komunikace v místě nehody. Pokud tato místa splňují určitá stanovená kritéria, jsou nazývána nehodovými lokalitami. Zlepšení charakteristik dopravní nehodovosti v těchto nehodových lokalitách je velmi často možné dosáhnout i jednoduchými nízkonákladovými opatřeními.

Primitivní, přesto velmi efektivní metoda lokalizace nehod je tzv. špendlíková metoda. Pro realizaci této metody je zapotřebí mapa odpovídajícího měřítka sledovaného regionu nebo oblasti. Do připravené mapy se vpichují špendlíky různě barevně odlišené. Vpichují se do lokalit dle následků dopravní nehody. Následně za zvolené období lze vizuálně vyhodnotit oblast s nejvyšší hustotou záznamů. Také se vyhodnocují záznamy dle závažnosti následků nehod. Jako poslední je návrat ke konkrétním údajům z protokolů a návrh příslušného opatření k odstranění hlavních příčin vzniku dopravních nehod.

3.3.2 Místo častých dopravních nehod

Místem častých dopravních nehod je místo, na kterém dochází k většímu počtu dopravních nehod, než je stanoveno ve výběrovém kritériu. Navrhované kritérium vychází z praktických zkušeností při hledání vztahů mezi dopravní nehodovostí a uspořádáním komunikace. Důležité je opakování dopravních nehod se stejnými nebo podobnými charakteristikami. Významná je rovněž souvislost mezi kritériem a následným ustanovením pořadí naléhavostí řešení jednotlivých míst častých dopravních nehod. V současné době se za místo častých dopravních nehod na silniční síti České republiky považuje takové místo, kde dojde na úseku 0,5 km za období minimálně 2 let:

- k 10 nehodám na silnici I. třídy
- k 7 nehodám na silnici II. třídy

Toto kritérium nijak neupřesňuje typy nehod ani jejich následky. Z tohoto důvodu bylo navrženo nové výběrové kritérium.

Křižovatky nebo úseky o délkách až 250 m se posuzují jako místa častých dopravních nehod, jestliže se na nich staly:

- nejméně 3 nehody s osobními následky na 1 rok nebo
- nejméně 3 nehody s osobními následky na 3 roky nebo
- nejméně 5 nehod stejného typu za 1 rok

Mají-li posuzované mezikřižovatkové úseky délku menší než 250 m, pak se jako směrodatná bere skutečná délka. Za nehody v křižovatce se považují nehody, které se přihodily blíže než 125 m od středu křižovatky.

3.3.3 Nehody na křižovatce v Bludově

Uváděná nehodovost je v úseku menším jak 200 m od středu řešené křižovatky silnic I/11, I/44 a III/01119. Zdrojem poskytnutí materiálů se stal Dopravní inspektorát Policie České republiky v Šumperku. Posuzovaným obdobím je od 1. ledna 2008 do 31. října 2009. Jak je zřejmé s předešlého textu, křižovatka Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov není úsekem častých dopravních nehod.

Na úseku, ze kterého bylo vycházeno při sestavování nehodovosti vyplynulo, že v roce 2008 došlo ke třem dopravním nehodám. Jak je možné posuzovat z předchozích kritérií, křižovatku lze považovat ze úsek častých dopravních nehod v případě, že při třech nehodách došlo k osobním následkům. V případě nehod vzniklých na bludovské křižovatce, nedošlo k žádnému zranění osob ani jiné újmě na zdraví. K nehodám došlo ve dvou případech při nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem a v jednom případě při nezvládnutí řízení vozidla. Vždy se jednalo o střet dvou osobních vozidel. Jak již bylo zmíněno, nehody se obešly bez zranění.

Oproti tomu v roce 2009 došlo k jedné dopravní nehodě nahlášené Policii ČR. Jelikož od 1. ledna 2009 je zrušena povinnost hlásit Policii ČR dopravní nehodu, pokud škoda na vozidlech nepřesahuje 100 000 Kč a pokud se dopravní nehoda obešla bez zranění, je nehodovost v daném úseku zkreslená, ale přesto je zde uvedena. V případě této nehody došlo ke střetu dvou nákladních vozidel. Dopravní nehoda se stala ve dne, na

suchém, neznečištěném povrchu v důsledku nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem. Při srážce došlo u jednoho z řidičů k lehkému zranění. Přehledná tabulka nehodovosti řešené křižovatky silnic I/11, I/44 a III/01119 v obci Bludov je uvedena v Příloze C .

4 Okružní křižovatka

Zvláštními typy usměrněných křižovatek jsou okružní křižovatky. Základem takové křižovatky je odbočení vpravo pro všechna vjíždějící vozidla. Pohyb vozidel po okružním páse je jednosměrný v protisměru hodinových ručiček a odbočením vpravo na požadovaném výjezdu vozidla okružní křižovatku opouští.

Okružní křižovatky lze podle TP 135 dělit do dvou skupin dle vnějších průměrů:

- $D > 23 \text{ m a } < 50 \text{ m}$
- $D > 50 \text{ m}$

Hlavní výhodou okružní křižovatky oproti například řízeným křižovatkám jsou nižší stavební a provozní náklady. Také velkou úlevu pocítí životní prostředí, jelikož se sníží hodnoty hluku a zplodin. Jde především o to, že na odsazené křižovatce, respektive na řízené křižovatce jsou mnohem častější rozjezdy vozidel, které ve své podstatě nejvíce zatěžují životní prostředí. Samozřejmě okružní křižovatky mají i spoustu nevýhod. Nelze např. ovlivnit (omezit) provoz, začlenit do koordinovaného systému řízení dopravy, nelze na okružních křižovatkách preferovat městskou hromadnou dopravu. Obtížnější je průjezd dlouhých vozidel a současně se prodlužuje i cesta pro chodce.

4.1 Zásady návrhu

Okružní křižovatka se vyznačuje tím, že:

- vnější průměr okružního pásu je $D > 23 \text{ m a } < 50 \text{ m}$
- jednotlivé vjezdy i výjezdy na sebe pokud možno bezprostředně navazují, z důvodu, že se vnější průměr jízdního pásu zmenšuje
- okružní jízdní pás má šířku nejméně 4m
- vjezdy a výjezdy jsou na společném paprsku křižovatky a jsou odděleny směrovacím ostrůvkem

- jednopruhový jízdní pás se navrhuje nejméně o šířce 3m, zpravidla 3,5m

4.2 Návrh okružní křižovatky

V případě návrhu křižovatky Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov se vycházelo z technických podmínek TP 135 - Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. Jedná se o okružní křižovatku s vnějším průměrem $D > 23\text{m}$ a $< 50\text{m}$. Návrh okružní křižovatky je navržen ve tvaru elipsy. V TP 135 se uvádí, že okružní jízdní pás bývá ve tvaru mezikruží nebo ve tvaru jemu blízkému.

Pro napojení čtyř odsazených ramen do jediné křižovatky se ukázala malá okružní křižovatka jako nejvhodnější. Vzhledem ke tvaru křižovatky, počtu ramen a jejich poloze, byla zvolena okružní křižovatka atypického tvaru, která nejvíce připomíná ovál či elipsu. Jedná se o plošný útvar o velikosti 35,0 x 30,0 m složený z osmi oblouků tří různých poloměrů. Nejmenší vnější oblouk je ze směru Bohutín do Hradce Králové. Jeho poloměr činí 8,12 m. Největší a nejčastěji používaný oblouk má poloměr 14,0 m. Oblouky byly navrhovány s ohledem na stávající stav křižovatky. Jelikož jsou v blízkosti pozemky ve vlastnictví soukromých subjektů byl návrh mírně omezen. Šířka jízdního pruhu je po okružním páse konstantní a činí 6,0 m, z toho 1,0 m je použit na cyklistickou stezku. Tato křižovatka je navrhována s možností částečně pojížděného prstence. Znamená to, že vozidla větších rozměrů nevyužívají pouze šířku okružního pásu, ale mohou pojíždět i tuto část středového ostrova. Ovšem při najetí na prstenec je vozidlo vystaveno vibracím, které jsou vyvolány jeho pravidelně nerovným povrchem. Šířka částečně pojížděného prstence jsou 2,0 m. Středový ostrov má rozměry 14,0 x 19,0 m a je navržen s možností výsevu zeleně. Ovšem zeleň nesmí přesahovat vzrůstové limity, aby nebyla omezena viditelnost na okružní křižovatce. Jízdní pruhy na vjezdu jsou v odlišných velikostech. Jak již bylo řečeno, vycházelo se ze stávající stavu, kde v rozšiřování cest zabraňují pozemky soukromých subjektů. Vjezdy a výjezdy z okružní křižovatky jsou rozděleny dělicími ostrůvky. Přechody pro chodce jsou vedeny přes dělicí ostrůvky a jsou navrženy v různých šířkách. Na původní hlavní komunikaci (ul. Lázeňská) je přechod navržen o šířce 4 m. Na přivaděči silnice první třídy I/44 je přechod pro chodce o šířce 3 m. Na tř. Adolfa Kašpara je šířka přechodu 3,30 m. Odlišné šířky přechodů jsou ovlivněny intenzitou dopravy a především intenzitou chodců.

Jak je z technických parametrů patrné, křižovatka umožňuje bezproblémový průjezd pro všechny typy vozidel včetně kloubových autobusů (ty zde ale běžně nejezdí)

a tahačů s návěsem délky 16,5 m. Hlavním důvodem její realizace je zpřehlednění dopravního uspořádání řešeného prostoru. Křižovatka přináší i řadu dalších výhod, jež jsou typické pro malé okružní křižovatky.

V důsledku přestavby na okružní křižovatku se přirozeným způsobem snižuje rychlost projíždějících vozidel na 30 až 40 km/h.

Výhody:

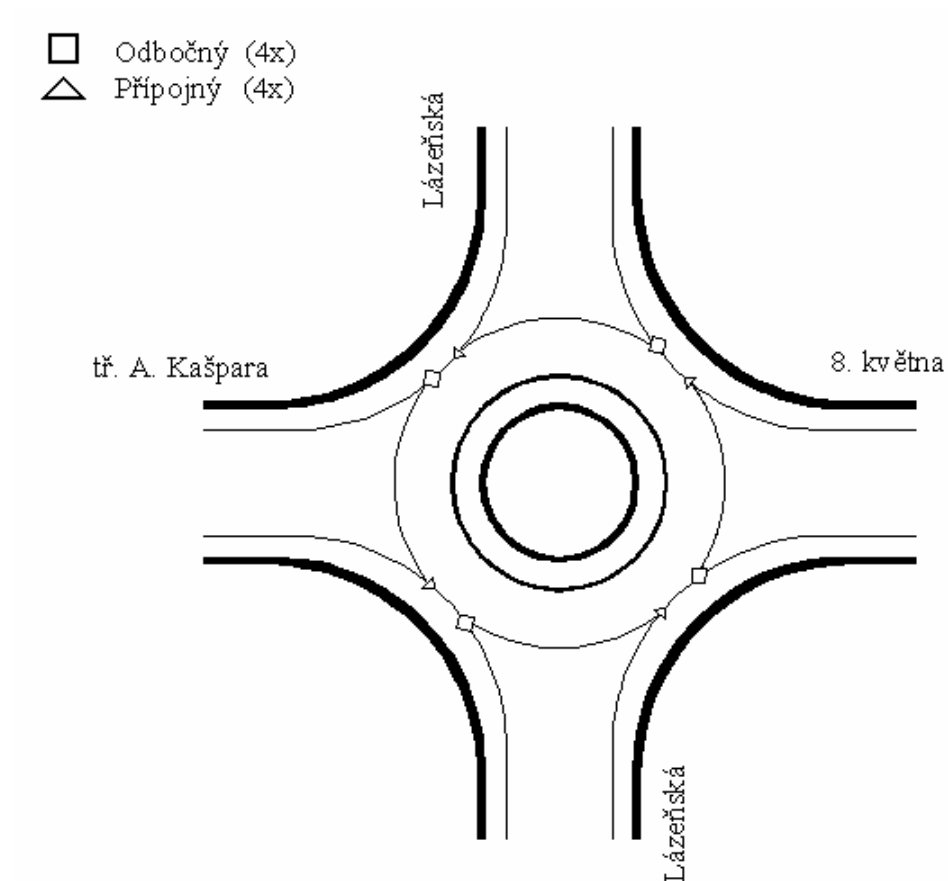
- snížení rychlosti na hlavním dopravním směru
- zvýšení plynulosti dopravy
- zvýšení bezpečnosti při přecházení vlivem dělících ostrůvků

Stavba okružní křižovatky v dané lokalitě je jednoznačně přínosem pro zpřehlednění dopravní situace a bezpečnosti provozu. Řešení okružní křižovatky, jenž je tvarově výrazně odlišné od kruhu, je třeba vždy pečlivě zvážit, jelikož má svoje úskalí:

- tangenciální napojení větví a rychlé průjezdy po plochých částech
- zbytečně velká plocha středového ostrova a velká plocha vozovky na úkor ostatních ploch
- výrazné prodloužení průjezdu křižovatkou oproti původnímu stavu.

4.3 Kolizní body okružní křižovatky

Okružní křižovatka odstraňuje odbočení vlevo, kterým se snižuje počet kolizních bodů. Na vjezdu je zajištěn dobrý rozhled do křižovatky. U stávající křižovatky je 26 kolizních bodů (viz kapitola 3.2). Pokud by byla provedena přestavba na křižovatku okružní, počet kolizních bodů se výrazně sníží a to na 8 (viz obr. 5).



Obr. 5 Kolizní body na okružní křižovatce

Konstrukce vozovky

Vozovka se při konstrukci skládá z několika vrstev. Je to prováděno z toho důvodu, aby byl podklad pevný a dokázal odolávat vnějším vlivům způsobené dopravou nebo výkyvy teplot. Vozovka se tedy skládá:

Asfaltový koberec mastixový střednězný	AKMS I	tl. 35mm
Postřík kationaktivní asfalt. emulzí modif.	T 60 KM	0,2 kg/m ²
Asfaltový beton velmi hrubý	ABVH	tl. 60mm
Postřík kationaktivní asfalt. emulzí	T 60 K	do 0,7 kg/m ²
Recyklovaná směs obalení za studena	SROSM – A2	tl. 200mm
Stávající podkladní vrstvy	-	tl. cca do 300mm

4.3 Posouzení kapacity

Výpočet kapacity okružní křižovatky se provádí na základě výsledku intenzity dopravy (celostátní sčítání nebo vlastní průzkum). Vozidla se dle přepočtových koeficientů (viz Tab.2) přepočítají na jednotková (ekvivalentní) vozidla.

Maximální hodnoty kapacity L_e jednoho vjezdu za předpokladu známých hodnot zatížení vjezdu a výjezdu jsou určeny na základě:

kapacity vjezdu okružní křižovatky o vnějším průměru $D < 50\text{m}$

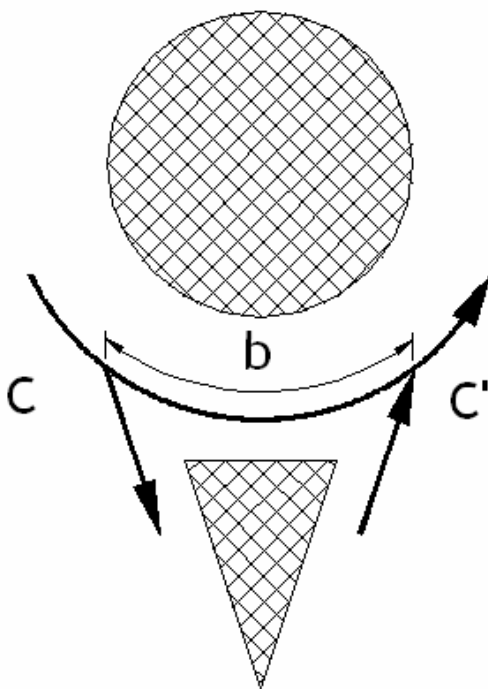
stupně vytížení okružní křižovatky

čekací doby

délka čekající fronty

4.3.1 Kapacita vjezdu okružní křižovatky o vnějším průměru $D < 50\text{m}$

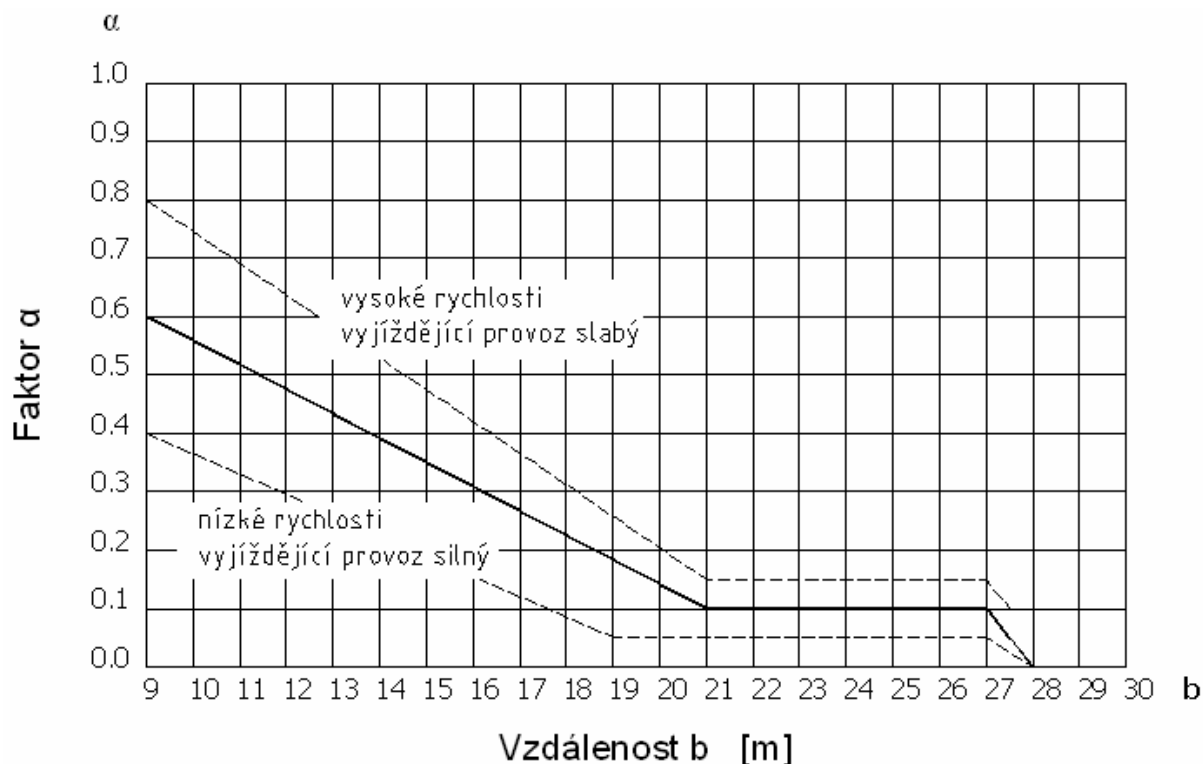
Vzájemná vzdálenost vjezdu a výjezdu na jednom paprsku křižovatky je dána faktorem α . Prostřednictvím faktoru α jsou zohledňovány geometrické poměry vjezdu okružní křižovatky v závislosti na vzdálenosti b mezi dvěma kolizními body C a C' (viz Obr. 6).



Obr. 6 Vzdálenost b mezi kolizními body $C - C'$

[Zdroj TP 135]

Jak vyplývá z grafu (Obr. 7) bude se velikost faktoru α snižovat se zvyšující se hodnotou vzdálenosti kolizních bodů C-C' (b) a se snižující se rychlostí. Tím se současně také zvyšuje kapacita vjezdu.



Obr. 7 Graf pro zjištění faktoru α
[Zdroj TP 135]

Snížení kapacity okružní křižovatky vlivem provozu chodců po přechodech se zanedbává s ohledem na skutečnost, že výpočet kapacity okružní křižovatky je v časové jednotce jedné hodiny s dostatečnou kapacitní rezervou a v případě vyššího dopravního zatížení na vjezdu mají vyjíždějící vozidla prodlevy, kterých využijí chodci pro přechod.

[4]

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) \quad [\text{jv/h}] \quad (1)$$

kde

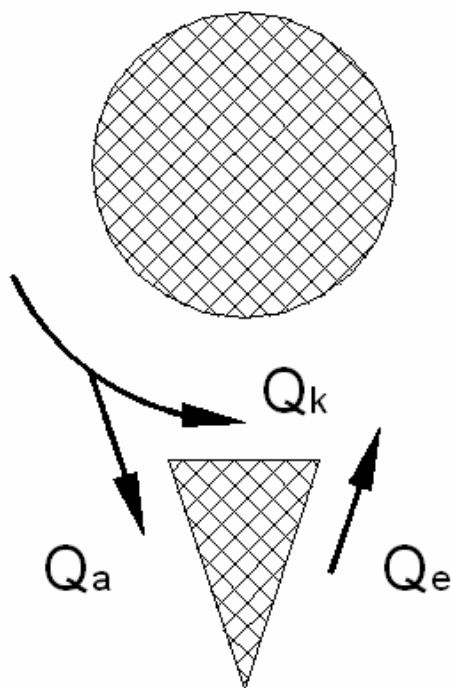
L_e kapacita vjezdu [jv/h]

Q_k intenzita vozidel na okružním jízdním páse (Obr. 8) [jv/h]

α faktor závislý na vzdálenosti b mezi dvěma kolizními body C a C'

Q_a intenzita vozidel na výjezdu [jv/h]

[4]



Obr. 8 Hodnoty zatížení dopravních proudů
[Zdroj TP 135]

4.3.2 Stupeň vytížení okružní křižovatky

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

kde

ALG_e stupeň vytížení vjezdu [%]

Q_e intenzita vozidel na vjezdu [jv/h]

L_e kapacita vjezdu [jv/h]

[4]

4.3.3 Střední čekací doba

Střední čekací doba (t_w) se zjistí z grafu na Obr. 9 pomocí rezervy kapacity (R) a kapacity vjezdu (L_e).

4.3.4 Rezerva kapacity

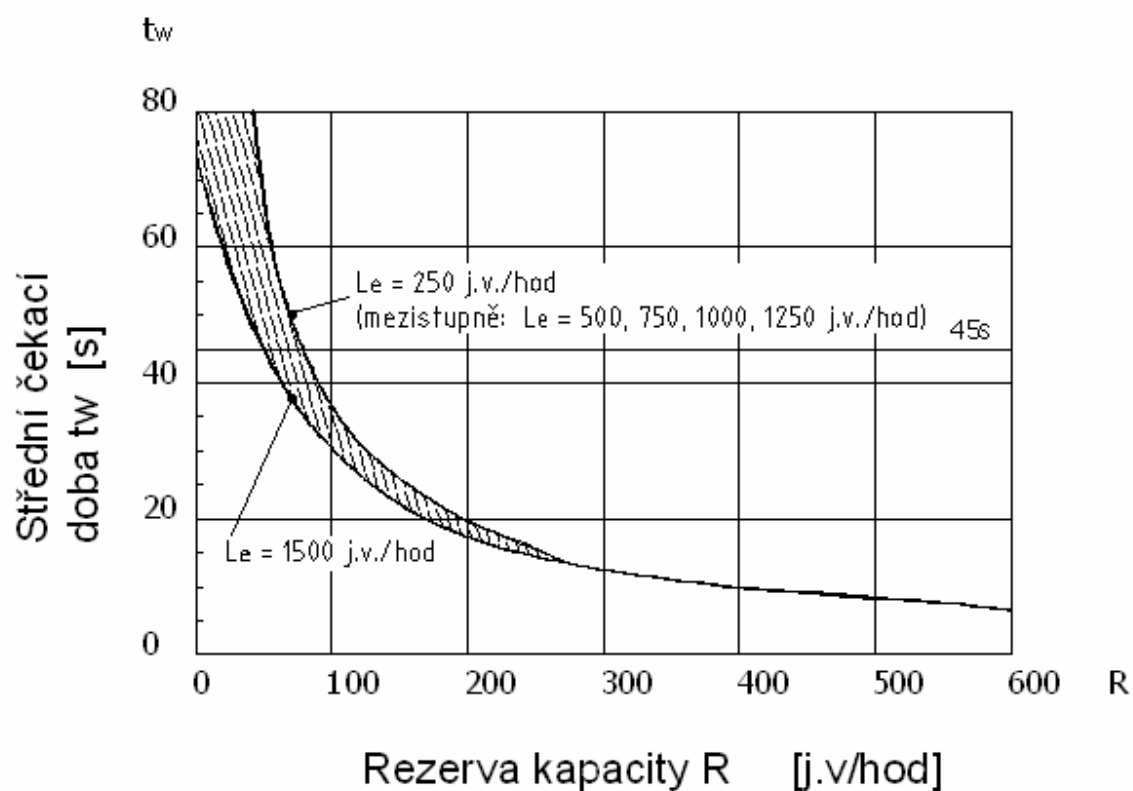
$$R = L_e - Q_e \quad [\text{jv/h}] \quad (3)$$

kde

R rezerva kapacity [jv/h]

L_e kapacita vjezdu [jv/h]

Q_e intenzita vozidel na vjezdu [jv/h]



Obr. 9 Střední čekací doba v závislosti na rezervě kapacity a kapacitě vjezdu
[Zdroj TP 135]

4.3.5 Délka čekající fronty

Délka čekající fronty (L) se vypočte ze střední čekací doby t_w [s], přičemž L_{voz} je uvažováno pro jeden osobní automobil 6 m.

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{voz} \quad [\text{m}] \quad (4)$$

kde

L délka čekající fronty [m]

Q_e intenzita vozidel na vjezdu [jv/h]

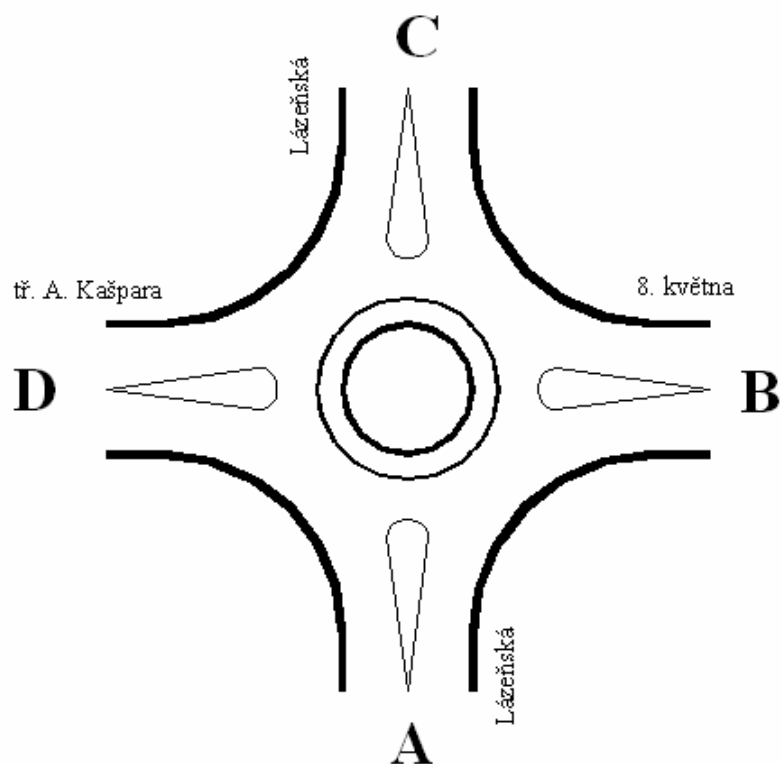
t_w střední čekací doba [s]

L_{voz} 6m pro osobní automobil [4]

4.4 Vlastní výpočet

Pro výpočet jsou brány postupně hodnoty Q_e a Q_k jednotlivého vjezdu okružní křižovatky. Hodnoty jsou uvedeny v Tab. 3. Jelikož byly měřeny intenzity vozidel ve dvou časových úsecích a třech dnech, je zde uveden příklad vjezdů okružní křižovatky z úterý 7. 4. 2009. Ostatní hodnoty i s výpočty jsou uvedeny v Příloze C.

Na obrázku č. 10 jsou uvedeny jednotlivé vjezdy, které se vztahují k výpočtu kapacity okružní křižovatky. Schéma slouží pro názornou ukázkou.



Obr. 10 Názorné schéma vjezdů

Tab. 11 Hodnoty pro výpočet kapacity okružní křižovatky (úterý 7:00 – 8 hod)

Úterý 7:00 – 8:00 hod				
hodnoty	vjezd A	vjezd B	vjezd C	vjezd D
Q_e	903,5	899,5	178,5	403,5
Q_a	686,5	1246,5	121	309
Q_k	354	98	823	153
b	12,94	14,62	12,02	12,55
α	0,43	0,38	0,47	0,45

Vjezd A

Kapacita vjezdu okružní křižovatky

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a)$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (354 + 0,43 \cdot 686,5)$$

$$L_e = 922,93 \text{ jv/h} > Q_e \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vytížení okružní křižovatky

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100$$

$$ALG_e = \frac{903,5}{922,93} \cdot 100$$

$$ALG_e = 97,89 \%$$

Rezerva kapacity

$$R = L_e - Q_e$$

$$R = 922,9 - 903,5$$

$$R = 19,43 \text{ jv/h}$$

Střední čekací doba

Z grafu (Obr. 9) se zjistí hodnota čekací doby. V tomto případě se jedná o hodnotu 65 s.

Délka čekající fronty

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}}$$

$$L = \frac{903,5 \cdot 65}{3600} \cdot 6$$

$$L = 97,98 \text{ m}$$

Vjezd B**Kapacita vjezdu okružní křižovatky**

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a)$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (98 + 0,38 \cdot 1246,5)$$

$$L_e = 991,85 \text{ jv/h} > Q_e \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Rezerva kapacity

$$R = L_e - Q_e$$

$$R = 991,85 - 899,5$$

$$R = 92,35 \text{ jv/h}$$

Stupeň vytížení okružní křižovatky

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100$$

$$ALG_e = \frac{899,5}{991,85} \cdot 100$$

$$ALG_e = 90,69 \%$$

Střední čekací doba

Z grafu (Obr. 9) se zjistí hodnota čekací doby. V tomto případě se jedná o hodnotu 34 s.

Délka čekající fronty

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}}$$

$$L = \frac{899,5 \cdot 34}{3600} \cdot 6$$

$$L = 50,97 \text{ m}$$

Vjezd C

Kapacita vjezdu okružní křižovatky

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a)$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (823 + 0,47 \cdot 121)$$

$$L_e = 717,89 \text{ jv/h} > Q_e \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vytížení okružní křižovatky

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100$$

$$ALG_e = \frac{178,5}{717,89} \cdot 100$$

$$ALG_e = 24,86 \%$$

Vjezd D

Kapacita vjezdu okružní křižovatky

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a)$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (153 + 0,45 \cdot 309)$$

$$L_e = 1240,40 \text{ jv/h} > Q_e \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vytížení okružní křižovatky

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100$$

$$ALG_e = \frac{403,5}{1240,4} \cdot 100$$

$$ALG_e = 32,53 \%$$

Rezerva kapacity

$$R = L_e - Q_e$$

$$R = 717,89 - 178,5$$

$$R = 539,39 \text{ jv/h}$$

Střední čekací doba

Z grafu (Obr. 9) se zjistí hodnota čekací doby. V tomto případě se jedná o hodnotu 8 s.

Délka čekající fronty

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}}$$

$$L = \frac{178,5 \cdot 8}{3600} \cdot 6$$

$$L = 2,38 \text{ m}$$

Rezerva kapacity

$$R = L_e - Q_e$$

$$R = 1240,40 - 403,5$$

$$R = 836,90 \text{ jv/h}$$

Střední čekací doba

Z grafu (Obr. 9) se zjistí hodnota čekací doby. V tomto případě se jedná o hodnotu 5 s.

Délka čekající fronty

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}}$$

$$L = \frac{403,5 \cdot 5}{3600} \cdot 6$$

$$L = 3,36 \text{ m}$$

Tab. 12 Hodnoty pro výpočet kapacity okružní křižovatky (úterý 15:00 – 16:00 hod)

Úterý 15:00 – 16:00 hod				
hodnoty	vjezd A	vjezd B	vjezd C	vjezd D
Q_e	740,5	1082	115	302,5
Q_a	780,5	950	169,5	340
Q_k	258	103,5	970,5	99
b	12,94	14,62	12,02	12,55
α	0,43	0,38	0,47	0,45

Vjezd A

Kapacita vjezdu okružní křižovatky

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a)$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (258 + 0,43 \cdot 780,5)$$

$$L_e = 972,34 \text{ jv/h} > Q_e \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vytížení okružní křižovatky

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100$$

$$ALG_e = \frac{740,5}{972,34} \cdot 100$$

$$ALG_e = 76,16 \%$$

Rezerva kapacity

$$R = L_e - Q_e$$

$$R = 972,34 - 740,5$$

$$R = 231,84 \text{ jv/h}$$

Střední čekací doba

Z grafu (Obr. 9) se zjistí hodnota čekací doby. V tomto případě se jedná o hodnotu 15 s.

Délka čekající fronty

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}}$$

$$L = \frac{740,5 \cdot 15}{3600} \cdot 6$$

$$L = 18,51 \text{ m}$$

Vjezd B

Kapacita vjezdu okružní křižovatky

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a)$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (103,5 + 0,38 \cdot 950)$$

$$L_e = 1087,11 \text{ jv/h} > Q_e \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vytížení okružní křižovatky

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100$$

$$ALG_e = \frac{1082}{1087,11} \cdot 100$$

$$ALG_e = 99,53 \%$$

Rezerva kapacity

$$R = L_e - Q_e$$

$$R = 1087,11 - 1082$$

$$R = 5,11 \text{ jv/h}$$

Střední čekací doba

Z grafu (Obr. 9) se zjistí hodnota čekací doby. V tomto případě se jedná o hodnotu 75 s.

Délka čekající fronty

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}}$$

$$L = \frac{1082 \cdot 75}{3600} \cdot 6$$

$$L = 135,25 \text{ m}$$

Vjezd C**Kapacita vjezdu okružní křižovatky**

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a)$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (970,5 + 0,47 \cdot 169,5)$$

$$L_e = 566,52 \text{ jv/h} > Q_e \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Rezerva kapacity

$$R = L_e - Q_e$$

$$R = 566,52 - 115$$

$$R = 451,52 \text{ jv/h}$$

Střední čekací doba

Z grafu (Obr. 9) se zjistí hodnota čekací doby. V tomto případě se jedná o hodnotu 9 s.

Stupeň vytížení okružní křižovatky

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100$$

$$ALG_e = \frac{115}{566,52} \cdot 100$$

$$ALG_e = 20,30 \%$$

Délka čekající fronty

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}}$$

$$L = \frac{115 \cdot 9}{3600} \cdot 6$$

$$L = 1,73 \text{ m}$$

Vjezd D

Kapacita vjezdu okružní křižovatky

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a)$$

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (99 + 0,45 \cdot 340)$$

$$L_e = 1276 \text{ jv/h} > Q_e \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vytížení okružní křižovatky

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100$$

$$ALG_e = \frac{302,5}{1276} \cdot 100$$

$$ALG_e = 23,71 \%$$

Rezerva kapacity

$$R = L_e - Q_e$$

$$R = 1276 - 302,5$$

$$R = 973,5 \text{ jv/h}$$

Střední čekací doba

Z grafu (Obr. 9) se zjistí hodnota čekací doby. V tomto případě se jedná o hodnotu 3 s.

Délka čekající fronty

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{\text{voz}}$$

$$L = \frac{302,5 \cdot 3}{3600} \cdot 6$$

$$L = 1,51 \text{ m}$$

4.6 Vyhodnocení návrhu

Zredukovat všechna možná řešení do jediného – okružní křižovatky oválného tvaru, byla v rámci řešeného místa asi ta nejvhodnější varianta.

Vozidla po oválu mohou dosahovat vyšších rychlostí než při projíždění po okruhu. Nicméně vzhledem ke stavu, který na křižovatce Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v Bludově panuje dosud, dojde k výraznému snížení rychlosti projíždějících vozidel. Nastane celkové zpomalení dopravy, ovšem nebude narušena její plynulost. Zvýšení bezpečnosti dopravy bude výrazné (zmenší počet kolizních bodů) a ocení to nejen řidiči, ale hlavní přínos to bude mít pro pěší dopravu.

Lze říci, že vedení jednotlivých komunikací předurčilo tvar křižovatky a také její velikost. Tj. velikost středového ostrova a vozovky okružního pásu. Šířka okružního pásu byla navržena s ohledem na častý průjezd nákladních vozidel (tahač s návěsem). Jelikož jednu z nejvyšších intenzit nákladních vozidel zaznamenává směr ze Šumperka do Mohelnice (odbočení vlevo při stávajícím stavu křižovatky), je šířka okružního pásu dostatečně široká, aby zabezpečila bezproblémový průjezd nákladních vozidel.

Bezpečný pohyb pěších zabezpečují přechody pro chodce, které jsou umístěny v rámci dělicích ostrůvků na každém rameni křižovatky. Současně je kolem celého okružního pásu vedena cyklistická stezka. Ta zabezpečuje ochranné pásmo pro cyklisty, kteří jsou nedílnou součástí silničního provozu.

5 Ekonomické zhodnocení

Nejvhodnější a nejkomplexnější metodou pro výpočet poměru výnosů a nákladů je provedení kompletní CBA analýzy, při které jsou kromě vlivu opatření na nehodovost zkoumány a zhodnocovány také jeho vlivy na životní prostředí, popřípadě na vedlejší vlivy. Kvalita dostupných dat bohužel nedovoluje tak kompletní analýzu provádět, takže je analyzován pouze vliv okružních křižovatek na nehodovost. [6]

Jelikož nebyly sehnány lokality odsazených křižovatek, analýza je prováděna pro průsečné křižovatky. S daným tématem to samozřejmě úzce souvisí, protože návrh úpravy daného místa je přestavět původní odsazenou křižovatku na křižovatku průsečnou.

Analýza se prováděla metodou kombinující srovnání nehodovosti před a po realizaci okružní křižovatky s porovnáním nehodovosti většího vzorku průsečných křižovatek s podobnými dopravně – inženýrskými charakteristikami, jaké vykazuje

křižovatka ve zkoumané oblasti. V tomto výpočtu byla jako srovnávací skupina zvolena skupina vybraných čtyřramenných průsečných křižovatek.

Cílem výpočtu je nalézt počet nehod, kterým je možné zabránit přestavbou průsečné křižovatky na křižovatku okružní. Výpočet je brán jako orientační a to z důvodu, že nejsou známy hodnoty nehodovosti po výstavbě. Pro každou zkoumanou lokalitu je vypočten vliv θ přestavby na okružní křižovatku na nehodovosti. Nebyla provedena korekce způsobená změnou dopravních intenzit, takže $\delta = 1$. Vzorec pro výpočet vlivu na nehodovost má tvar:

$$\theta = \frac{X_a}{X_m \cdot \frac{C_a}{C_b}} \cdot \delta \quad (5)$$

kde

X_a počet nehod na sledované lokalitě v období po realizaci okružní křižovatky

X_m počet nehod na sledované lokalitě v období před realizací okružní křižovatky

C_a počet nehod ve srovnávací skupině v období po realizaci okružní křižovatky

C_b počet nehod na sledované lokalitě v období před realizací okružní křižovatky

[6]

Přiřazení váženého průměrného vlivu (WME – weighted mean effect) přestavby pro každou lokalitu je provedeno dle následujícího vzorce:

$$WME = \exp\left(\frac{\sum_i w_i \cdot \ln(\theta_i)}{\sum_i w_i}\right) \quad (6)$$

$$w_i = \frac{1}{VAR(\log(\theta_i))} = \frac{1}{\frac{1}{X_a^i} + \frac{1}{X_b^i} + \frac{1}{C_a^i} + \frac{1}{C_b^i}} \quad (7)$$

kde

δ_i vliv na nehodovost na lokalitě i

w_i statistická váha odhadu i

X_a^i počet nehod na lokalitě i v období před realizací

X_b^i počet nehod lokalitě i v období po realizaci

C_a^i počet nehod ve srovnávací skupině v období po realizaci

C_b^i počet nehod ve srovnávací skupině v období před realizací

Interval pro vážený průměrný vliv je počítán takto:

$$\left[\text{WME} = \exp \left[\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{\sum_i w_i}} \right], \text{WME} = \exp \left[\frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{\sqrt{\sum_i w_i}} \right] \right] \quad (8)$$

Typická cena čtyřramenné okružní křižovatky (tzn. náklady na přestavbu průsečné, respektive odsazené křižovatky, na křižovatku okružní) byla odhadnuta na 16 000 000,- Kč v cenách roku 2010. Tento odhad byl poskytnut dopravním projektantem, zabývajícím se návrhy okružních křižovatek. Do této ceny nebyly započítány ceny údržby, jelikož se předpokládá, že cena údržby je stejná jak pro odsazenou tak pro okružní křižovatku. Doba trvání vlivu opatření byla stanovena na 10 let. Finanční vyjádření nehody je odhadnuto na částku 300 000,- Kč.

Cílem je zjistit počet nehod, kterým bude zabráněno přestavbou křižovatky odsazené na okružní (týká se pouze křižovatek z analyzované skupiny)

Tab. 13 Data nutná pro výpočet

Lokalita	Počet nehod		Srovnávací skupina – počet nehod		Odhad vlivu θ	Statistická váha odhadu w_i
	Před (počet let)	Po (počet let)	Před	Po		
Šumperk	13 (2)	5 (1)	50 861	16 600	1,178	3,610
Zábřeh na Moravě	8 (3)	3 (1)	16 589	30 749	0,202	1,181
Svitavy	38 (2)	25 (1)	47 920	34 356	0,917	15,068
Lanškroun	24 (3)	16 (2)	38 810	32 974	0,784	9,594
Chrudim	36 (2)	3 (1)	34 135	16 695	0,170	2,768

Tab. 14 Průměrný vliv na nehodovost

Průměrný vliv (WME)	Pravděpodobnostní interval WME	Počet lokalit ve zkoumaném vzorku	Celkový počet nehod na lokalitách
0,6502	(0,465 ; 0,836)	5	119

$$V = (1 - \text{WME}) \cdot 100$$

$$V = (1 - 0,6502) \cdot 100$$

$$V = \underline{\underline{34,98 \%}}$$

Na každé z pěti zkoumaných lokalit došlo v průměru k **34,98 %** snížení nehodovosti.

Tab. 15 Snížení nehodovosti

Lokalita	Průměrný roční počet nehod před přestavbou	Počet nehod, kterým bylo přestavbou zabráněno
Šumperk	6,5	2,273
Zábřeh na Moravě	2,7	0,944
Svitavy	19	6,646
Lanškroun	8	2,798
Chrudim	18	6,296

$$18,957 \cdot 300\,000 = \underline{\underline{5\,687\,100,- \text{ Kč}}}$$

Na jedné lokalitě je díky přestavbě v průměru ročně zachráněno přes 1 000 000,- Kč.

Celkové finanční vyjádření nehod, kterým je na jedné lokalitě zabráněno v posuzovaném období 10 let je 11 374 200,- Kč. Neboť cena jedné čtyřramenné okružní křižovatky je odhadnuta na 15 000 000,- Kč, je poměr nákladů a výnosů přestavby křižovatky průběžné (odsazené) na okružní 1,3 / 1.

6 Závěr

Celá práce byla směřována na úpravu křižovatky Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov. Navrhované řešení má vést ke zlepšení stávající dopravní situace. Z provedeného dopravního průzkumu měření intenzit vozidel vyplynulo, že nejvíce zatíženými směry jsou směry ze Šumperka (I/11) do Mohelnice (I/44) a naopak.

Vozidla projíždějící křižovatkou jezdí průměrnou rychlostí 25 km/h. Tato hodnota vyplynula z měření, které bylo prováděno za nepříznivých podmínek. Jednotlivá vozidla při dobrém stavu vozovky dosahují mnohem vyšších rychlostí.

Konfliktní situace byly sledovány při měření intenzit dopravy. Poté byly podrobně rozčleněny a zakresleny. Jak z obrázku č. 3 vyplývá, nejčastěji dochází ke konfliktním situacím při odbočování z vedlejší na hlavní komunikaci, respektive na přechodech pro chodce. Konfliktní situace ovšem vyplývají z tzv. kolizních bodů, kterých je na každé křižovatce více než dosti. Tyto kolizní body znázorňují, ve kterých místech je možná kolize, například dvou vozidel.

Podklady k nehodovosti poskytla Policie ČR, Dopravní inspektorát se sídlem v Šumperku, ze kterého bylo na první pohled jasné, že tento úsek nespadá pod místa častých dopravních nehod. Jelikož dopravní nehodovost v místě křižovatky nepřesahuje tři nehody ročně na totožném místě. I když je tato křižovatka bez nehod, neznamená to, že je bezpečná. Proto se přišlo s návrhem okružní křižovatky.

Návrh okružní křižovatky spadá pod atypické tvary, které se v České republice moc neobjevují. Neznamená to, že by se na území naší země nevyskytovaly. Tento tvar křižovatky byl navržen z důvodu propojení odsazené křižovatky do jednoho místa a také s ohledem na projíždějící vozidla. Jak z návrhu plyne, šířka okružního jízdního pásu je dosti široká, takže by s projetím neměly mít problém ani dlouhá vozidla (tahač s návěsem). Řešení je navrženo s možností poježdění prstence, takže se jízdni pás ještě o pár centimetrů rozšíří. Ramena vstupující do křižovatky byly zachovány až na třídu Adolfa Kašpara. Tato silnice (III/01119) je odsazená přibližně o 20 m, což výrazně komplikovalo návrh. Pokud by se tato komunikace měla zachovat, již by se nejednalo o návrh malé okružní křižovatky, nýbrž o velkou okružní křižovátku. Původní řešení třídy Adolfa Kašpara bylo nahrazeno novým návrhem, který prochází místem, kde momentálně stojí prodejní stánek. Ovšem tímto upravením komunikace se dospělo k tomu, že ramena křižovatky na sebe bezprostředně navazují. Původní výjezd z ulice Dr. Březiny byla v návrhu vyvedena mimo okružní křižovátku. Ulice svým výjezdem ústí do silnice tř. Adolfa Kašpara (III/01119).

V ekonomickém zhodnocení se kvůli nedostatku využitelných dat nemohla provést kompletní analýza nákladů. V použité metodě (CBA – cost-benefit analýze) byly započítány pouze vlivy přestavby křižovatky na nehodovost. Jelikož nejsou známy hodnoty počtu nehod po přestavbě na řešené křižovatce v Bludově, je tato analýza pouze orientační. Lze z ní vidět, jaký vliv může změna křižovatky mít. Nejen, že se snižuje vznik dopravních nehod, ale také poměr nákladů a výnosů je skoro stejný.

Návrh okružní křižovatky Lázeňská – 8. května – tř. A. Kašpara – Dr. Březiny v obci Bludov je podle zjištěných dat optimálním řešením.

CITACE

Literatura

- [1] TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích, Koura publishing, 2007
- [2] ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích, 11/2007
- [3] FOLPRECHT J., KŘIVDA V. *Organizace a řízení dopravy I.* 1.vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2006, 16 s. ISBN 80-248-1030-1
- [4] TP 135, Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, V-projekt s.r.o. Ostrava, 2005

Internet

- [5] Bezpečné dopravní prostředí [online] [cit. 2010 – 6 - 5] Dostupné z :
<http://www.czrso.cz/index.php?id=400>
- [6] Cost-benefit analýza přestavby průsečných čtyřramenných křižovatek v intraviánu na okružní křižovatky [online] [cit. 2010 – 8 - 5] Dostupné z :
<http://www.czrso.cz/index.php?id=27>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1 Současný stav křižovatky s označenými ulicemi	11
Obr. 2 Stuhkový diagram směřování vozidel.....	19
Obr. 3 Půdorysné schéma konfliktních situací	25
Obr. 4 Kolizní body současného stavu křižovatky	26
Obr. 5 Kolizní body na okružní křižovatce.....	32
Obr. 6 Vzdálenost b mezi kolizními body C – C'	33
Obr. 7 Graf pro zjištění faktoru α	34
Obr. 8 Hodnoty zatížení dopravních proudů	35
Obr. 9 Střední čekací doba v závislosti na rezervě kapacity a kapacitě vjezdu.....	36
Obr. 10 Názorné schéma vjezdů	38

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Přepočtové koeficienty	14
Tab. 2	Naměřené intenzity z úterý 7:00 – 8:00 hod.....	14
Tab. 3	Naměřené intenzity z úterý 15:00 – 16:00 hod.....	15
Tab. 4	Naměřené intenzity ze středy 7:00 – 8:00 hod	15
Tab. 5	Naměřené intenzity ze středy 15:00 – 16:00 hod	16
Tab. 6	Naměřené intenzity ze čtvrtka 7:00 – 8:00 hod	17
Tab. 7	Naměřené intenzity ze čtvrtka 15:00 – 16:00 hod.....	17
Tab. 8	Klasifikace konfliktní situace podle účastníků	22
Tab. 9	Klasifikace konfliktní situace podle způsobu konfliktu	23
Tab. 10	Klasifikace konfliktní situace podle závažnosti	23
Tab. 11	Hodnoty pro výpočet kapacity okružní křižovatky (úterý 7:00 – 8 hod)	38
Tab. 12	Hodnoty pro výpočet kapacity okružní křižovatky (úterý 15:00 – 16:00 hod)	41
Tab. 13	Data nutná pro výpočet.....	46
Tab. 14	Průměrný vliv na nehodovost	46
Tab. 15	Snížení nehodovosti.....	47

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A : Grafy intenzit dopravy

Příloha B : Stuhkové diagramy směrování vozidel

Příloha C : Nehodovost

Příloha D : Příklad posouzení kapacity

Příloha E : Stávající stav křižovatky

Příloha F : Okružní křižovatka

Příloha G : Návrhový stav křižovatky